

Operasi PELENGKAPAN TELAGA

Issham Ismail

Penerbit
Universiti Teknologi Malaysia
Skudai
Johor Darul Ta'zim
2003

KANDUNGAN

<i>Kandungan</i>	<i>v</i>
<i>Prakata</i>	<i>vii</i>
Bab 1 PERSEDIAAN AWAL PELENGKAPAN TELAGA	1
Pengenalan	1
Tanggungjawab Jurutera Pelengkapan	2
Wakil Syarikat	6
Maklumat daripada Penyelia Penggerudian	7
Peralatan Permukaan	22
Bab 2 PERANCANGAN SUSUNAN PERKAKAS SUBPERMUKAAN	23
Pemeriksaan Perkakas Pelengkapan	23
Mereka Bentuk Susunan Perkakas Subpermukaan	39
Bab 3 PELENGKAPAN TELAGA	93
Pemeriksaan Awal Perkakas Subpermukaan	93
Operasi Pelengkapan Telaga	94
Operasi Pengeluaran Minyak	142
Tanggungjawab Jurutera Pelengkapan Selepas Operasi Pelengkapan Telaga	142
Bab 4 OPERASI TALIAN DAWAI	145
Keperluan	145
Kelengkapan Asas	147
Pelaksanaan Operasi	197
Jenis Operasi yang Diperlukan	201

Pertimbangan Perancangan	203
Bab 5 LAPORAN FORMAL	209
Laporan Harian	210
Laporan Pelengkapan Telaga	212
Penyerahan Laporan	229
Penutup	231
LAMPIRAN	233
DAFTAR ISTILAH BAHASA MELAYU KE BAHASA INGGERIS	255
RUJUKAN	265
INDEKS	267

1

PERSEDIAAN AWAL PELENGKAPAN TELAGA

PENGENALAN

Pelengkapan telaga ialah suatu subbidang yang penting dalam industri hulu petroleum (dinamai juga industri hulu minyak dan gas).⁽¹⁾ Subbidang ini terdiri daripada suatu peringkat aktiviti yang melibatkan penggunaan rangkaian kaedah tertentu untuk menyediakan sesebuah telaga pengeluaran minyak atau gas. Dengan ini, suatu conduit di antara zon pengeluaran dengan permukaan akan terhasil, untuk membolehkan minyak, gas, dan/atau air mengalir ke permukaan dalam keadaan terkawal. Telaga suntikan juga perlu dilengkapi supaya kerja penyuntikan bendalir tertentu ke dalam lubang telaga boleh dilakukan secara berkesan.^(2,3)

Walaupun merupakan suatu subbidang yang penting, pelengkapan telaga tidak boleh beroperasi secara berasingan. Sebaliknya, pelengkapan telaga perlu beroperasi secara bersepadu dengan subbidang kejuruteraan penggerudian dan kejuruteraan pengeluaran, bagi membolehkan telaga yang telah dilengkapi berpelengkapan dengan optimum.

Secara umum, apabila sesebuah telaga itu hendak dilengkapi, jurutera pelengkapan perlu menimbangkan beberapa aspek penting terlebih dahulu sebelum merancang tindakan seterusnya. Perkara ini memerlukan perhatian yang serius demi mengelakkan daripada timbulnya masalah tertentu yang boleh mengekang kelancaran operasi pelengkapan atau menyebabkan telaga yang telah dilengkapi gagal mengikut perancangan asal. Pembangunan telaga yang kurang berhati-

hati boleh menimbulkan pelbagai masalah seperti operasi talian dawai yang kerap terganggu,⁽⁴⁾ kerosakan formasi,⁽⁵⁾ dan daya pengeluaran yang rendah.⁽⁶⁾ Ini bererti, jurutera pelengkapan mempunyai tanggungjawab yang besar dan mencabar bagi memenuhi harapan mereka yang telah bertungkus-lumus dalam menghasilkan reka bentuk bagi telaga yang bakal dilengkapan.

TANGGUNGJAWAB JURUTERA PELENGKAPAN

Jurutera pelengkapan ialah satu daripada frasa yang terkenal dalam industri hulu petroleum. Siapakah jurutera pelengkapan? Dalam perkara ini, sukar untuk diberikan jawapan yang tepat tanpa merujuk terlebih dahulu jenis syarikat tempat jurutera pelengkapan bekerja.

Secara umum, terdapat dua jenis syarikat yang terlibat dalam pelengkapan telaga. Pertama, syarikat yang mengusahakan medan minyak dengan telaga yang akan dilengkapan – syarikat ini dikenali sebagai syarikat minyak. Kedua, syarikat yang membekalkan perkakas dan perkhidmatan pelengkapan telaga kepada syarikat yang mengusahakan medan minyak terbabit. Syarikat ini dikenali sebagai syarikat khidmat, syarikat servis atau syarikat pembekal, dan dikaitkan dengan bidang penglibatan masing-masing.

Dalam industri hulu petroleum, sesetengah syarikat minyak meletakkan jawatan jurutera pelengkapan sebagai satu daripada jawatan penting dalam pembangunan telaga. Dalam syarikat ini, tanggungjawab jurutera yang terlibat dalam pelengkapan telaga ialah mereka bentuk telaga termasuk rentetan tetiub, perkakas permukaan, dan perkakas subpermukaannya. Reka bentuk yang dilakukan termasuklah menentukan saiz rentetan tetiub, memilih gred tetiub pengeluaran, dan menentukan jenis serta kedudukan perkakas tambahan yang perlu dipasang pada rentetan tetiub. Tanggungjawab seterusnya adalah untuk memastikan semua maklumat ini disampaikan kepada mereka yang bakal mengendalikan operasi pelengkapan. Semasa operasi pelengkapan berlangsung, jurutera pelengkapan sentiasa berada dalam *keadaan bersedia* untuk berhadapan dengan sebarang masalah kritikal yang mungkin dipanjangkan oleh mereka

yang sedang bertungkus-lumus melengkapan telaga di lokasi. Masalah yang timbul mestilah diselesaikan secara cekap dan berkesan dalam tempoh sesingkat yang mungkin. Kemudian, langkah penyelesaian dengan segera akan disampaikan kepada mereka yang sedang menantikannya di lokasi terbabit.

Dalam syarikat yang lain pula, jawatan jurutera pelengkapan tidak pernah diwujudkan langsung. Ini bererti, semua tugas di atas diletakkan di bawah tanggungjawab jurutera penggerudian. Dengan perkataan lain, senarai tugas jurutera dalam sesebuah syarikat minyak biasanya berbeza di antara satu dengan lain. Dalam bahagian seterusnya, apabila terdapatnya perbincangan yang menyentuh tentang jurutera syarikat minyak yang bertanggungjawab terhadap pelengkapan telaga, beliau disebut sebagai jurutera penggerudian.

Dalam syarikat pembekal perkakas dan perkhidmatan pelengkapan telaga, memang wujud jawatan jurutera pelengkapan. Bidang tugas mereka berlainan berbanding jurutera yang bertugas di syarikat minyak. Antara tugas utama jurutera pelengkapan syarikat pembekal ialah:

- (1) *Mendapatkan semua arahan dan maklumat pelengkapan tentang telaga yang hendak dilengkapkan.* Jurutera pelengkapan biasanya boleh mendapatkan semua arahan dan maklumat terbabit secara terus daripada jurutera jualan syarikat pembekal, yang sentiasa berkomunikasi dengan jurutera penggerudian. Antara maklumat yang diperlukan ialah jenis telaga,^(7,8) bentuk pelengkapan telaga, senarai perkakas subpermukaan utama terutama penyendat pengeluaran dan sendi bagas yang perlu dipasang di dalam telaga terbabit dan lain-lain.^(3,9)
- (2) *Memastikan perkakas subpermukaan yang hendak dipasang mencukupi.* Jurutera penggerudian biasanya memaklumkan jenis perkakas subpermukaan yang diperlukan, termasuk bilangan masing-masing. Oleh itu, jurutera pelengkapan perlu berhubung dengan penyelia stok di lokasi penggerudian untuk mengetahui tentang jenis dan bilangan perkakas subpermukaan yang ada di lokasi. Dengan adanya maklumat stok ini, barulah jurutera pelengkapan boleh mula merangka perancangannya. Sebagai

contoh, jika perkakas subpermukaan seperti penyendat pengeluaran kekal perlu dipasang sebanyak satu unit di dalam telaga, maka jumlah yang mesti ada di pelantar ialah dua unit. Ini bererti, satu unit tambahan sebagai pengganti kepada penyendat yang pertama jika penyendat terbabit mengalami kerosakan atau terputus ketika disorong ke dalam lubang telaga.

Untuk mengetahui tentang status perkakas pelengkapan di lokasi atau pergerakan perkakas pelengkapan dari suatu lokasi ke lokasi yang lain, suatu laman web boleh diwujudkan. Walau bagaimanapun, laman web lokasi atau pelantar terbabit mesti dikemaskinikan secara berkala atau setiap kali berlakunya perubahan terhadap bilangan perkakas atau pergerakannya ke lokasi lain. Dengan ini, semua operasi boleh dirancang dan dikendalikan secara lebih berkesan dalam masa yang singkat. Keberkesanan ini dapat dicapai kerana laman web boleh dilayari oleh semua pihak yang terbabit dengan operasi pelengkapan telaga atau jurutera pelengkapan di lokasi lain yang memerlukan sesuatu perkakas pelengkapan telaga dengan kadar segera dari semasa ke semasa.

- (3) *Menyambung suatu perkakas subpermukaan dengan perkakas subpermukaan yang lain di woksyop.* Kadang kala, syarikat minyak akan mengarah syarikat pembekal menyambung beberapa perkakas tertentu di antara satu dengan yang lain di woksyopnya, sebelum dihantar ke lokasi. Arahkan seperti ini biasanya berpunca daripada pengalaman yang dialami oleh jurutera pelengkapan dan wakil syarikat ketika melengkapkan telaga sebelumnya. Penyambungan perkakas tertentu misalnya injap keselamatan subpermukaan boleh dapat-kembali jenis tetiub (dikenali juga sebagai injap keselamatan subpermukaan boleh cabut tetiub) dengan gandingan aliran di sebelah atas dan bawahnya di woksyop, walaupun memerlukan sedikit bayaran perkhidmatan kepada syarikat pembekal, tetapi kerja awalan ini dapat menjimatkan penggunaan masa rig daripada dipasang di lokasi. Secara tidak langsung, pengurangan penggunaan masa rig dapat mengurangkan kos operasi secara keseluruhan. Sebaliknya, jika perkakas di atas disambung di lokasi terutama

di lantai rig, kerja penyorongan rentetan tetiub ke dalam lubang telaga akan kerap tertangguh. Penangguhan ini akan menjejaskan pelaksanaan kerja lain, lalu meningkatkan kos operasi secara keseluruhan. Penangguhan ini juga akan mengakibatkan syarikat minyak kehilangan peluang untuk menjana pendapatan daripada pengeluaran minyak yang lebih awal.

Perkakas yang telah disambung, perlu dikenakan ujian tekanan bagi memastikan tiada kebocoran wujud di sambungan yang terbentuk. Semasa ujian tekanan, perhatian yang serius perlu diberikan kepada sambungan yang terbentuk di antara perkakas terbabit. Sekiranya berlaku kebocoran, sambungan yang terbentuk perlu dibuka semula. Selepas itu, lihat dengan teliti keadaan ulir perkakas, dan jika masih dalam keadaan baik, sambung semula perkakas terbabit dengan cermat. Pastikan dop tetiub disapukan secara rata dan nipis di permukaan ulir pin perkakas supaya dapat menghasilkan kedapan yang positif apabila dipasang dengan perkakas lain. Dop tetiub juga memudahkan sambungan perkakas dibuka semula pada masa depan.

- (4) *Menghantar perkakas subpermukaan yang dipesan oleh syarikat minyak ke lokasi.* Semua perkakas yang dipesan oleh syarikat minyak hendaklah dihantar ke lokasi pada masa yang ditetapkan supaya tidak mengganggu kelancaran operasi pelengkapan telaga. Perkakas mestilah dibalut serta diikat dengan rapi supaya tidak mengalami kerosakan ketika penghantaran atau jatuh ke laut (jika pelantar terletak di luar pesisir). Penyelia gudang perlu menyediakan dokumen berkaitan sebelum semua perkakas dihantar ke pusat pemungutan. Jurutera pelengkapan perlu menyemak senarai perkakas yang disediakan oleh penyelia gudang bagi memastikan perkakas yang betul serta tepat bilangannya dihantar ke lokasi. Ini bererti, beliau perlu sentiasa bekerjasama dengan penyelia gudang.
- (5) *Bersiap sedia untuk pergi ke lokasi pelengkapan apabila diperlukan.* Jurutera pelengkapan perlulah menyediakan semua alat asas yang diperlukan, iaitu tali pengukur, pita teflon dan lain-lain, sebelum pergi ke lokasi. Tindakan ini penting kerana apabila tiba di lokasi, jurutera pelengkapan perlu menyediakan dengan segera perkakas

subpermukaan yang bakal dimasukkan ke dalam lubang telaga, termasuk mengetahui panjang setiap perkakas. Ketiadaan alat tertentu akan menyusahkan jurutera terbabit kerana perlu meminjam alat yang diperlukan daripada mereka yang berada di lokasi.

Secara umum, syarikat pembekal perkakas dan perkhidmatan pelengkapan ialah syarikat khidmat yang menjual perkakas subpermukaan tertentu kepada syarikat minyak, dan seterusnya menghantar kakitangan mereka untuk memasang perkakas tersebut di dalam telaga yang dirancang. Syarikat pembekal biasanya perlu bersaing untuk memenangi tender pembekalan perkakas subpermukaan dan perkhidmatan pelengkapan kepada syarikat minyak yang mengeluarkan tender. Pemilihan syarikat pembekal yang sesuai bergantung kepada beberapa faktor, misalnya harga dan rekod operasi atau perkhidmatan masing-masing.

Dalam buku ini, apabila disebut jurutera pelengkapan, ia merujuk kepada mereka yang bertugas dengan syarikat pembekal perkakas dan perkhidmatan pelengkapan. Lazimnya, apabila jurutera pelengkapan telah dimaklumkan bahawa khidmat mereka bakal diperlukan tidak lama lagi di lokasi penggerudian tertentu, maka mereka hendaklah berurusan setiap hari dengan wakil syarikat di lokasi terbabit.

WAKIL SYARIKAT

Wakil syarikat⁽¹⁰⁾ ialah pegawai atasan syarikat minyak yang mengusahakan medan yang hendak dibangunkan. Beliau ditempatkan di tapak operasi. Sekiranya ditempatkan di lokasi atau pelantar yang melibatkan kerja semula terhadap telaga tertentu, beliau dikenali sebagai penyelia kerja semula. Sebaliknya, jika bertugas di pelantar yang terlibat dengan operasi talian dawai, pegawai itu dikenali sebagai penyelia talian dawai. Jika bertugas di pelantar yang terlibat dengan operasi penggerudian, pegawai itu dikenali sebagai penyelia penggerudian.

Penyelia penggerudian ialah individu yang bertanggungjawab sepenuhnya terhadap aktiviti pembangunan sesebuah telaga. Aktiviti ini mencakupi penggerudian lubang telaga dan pelengkapan telaga,

termasuk penyimenan selongsong di tempatnya, pemasangan rentetan tetiub di dalam lubang telaga, dan pemasangan perkakas permukaan telaga, serta penguatkuasaan keselamatan ketika bekerja di tapak. Beliau juga terlibat dalam mengkoordinasi semua aktiviti penggerudian dan pembangunan telaga dan jadual bertugas pekerja di pelantar, terutama pekerja syarikat khidmat.

Penyelia penggerudian biasanya terdiri daripada mereka yang kaya dengan pengalaman tentang operasi terbabit. Pengalaman ini penting kerana tanggungjawab penyelia penggerudian begitu mencabar dalam melaksanakan tugas harian mereka. Penyelia penggerudian kerap diberikan mandat untuk menyelesaikan sesuatu masalah yang tidak begitu kritikal. Pekerja pelantar yang gagal mengikut arahan beliau, boleh dikenakan tindakan termasuk menghantar pekerja terbabit pulang dengan kadar segera. Beliau juga dikehendaki mengadakan mesyuarat setiap pagi untuk memastikan semua aktiviti dilakukan pada masa yang ditetapkan, mengkoordinasi semua aktiviti, menghantar laporan terkini ke ibu pejabat, memberi kerjasama kepada penyelia pelantar supaya keselamatan pelantar terpelihara dan lain-lain.

MAKLUMAT DARIPADA PENYELIA PENGGERUDIAN

Sebaik sahaja jurutera pelengkapan tiba di pelantar minyak, beliau perlu mendaftarkan diri dan seterusnya wajib mengikuti taklimat keselamatan.⁽¹¹⁾ Selepas berehat sebentar, beliau perlu berjumpa dengan penyelia penggerudian untuk mendapatkan beberapa salinan maklumat penting, antaranya ialah:

- (1) program penggerudian telaga pembangunan,
- (2) skema pelengkapan telaga,
- (3) arahan sasaran pengeluaran dan penebukan, dan
- (4) kedalaman pemasangan perkakas subpermukaan utama.

Program Penggerudian Telaga Pembangunan

Rajah 1.1 menunjukkan contoh *Program penggerudian telaga pembangunan* bagi telaga yang bernama Lumayan A-1. Program ini biasanya

disediakan oleh jurutera penggerudian, dan hanya akan diberikan kepada penyelia penggerudian, setelah memperoleh kelulusan daripada pihak atasan di ibu pejabat.

Berdasarkan program ini, jurutera pelengkapan tahu bahawa beliau perlu melengkapkan sebuah telaga pengeluaran. Program ini juga dapat membantu jurutera pelengkapan mengagak bila perlu menyorong perkakas subpermukaan ke dalam lubang telaga. Jurutera pelengkapan juga dapat mengetahui tentang saiz selongsong pengeluaran yang digunakan di dalam telaga terbabit. Dengan ini, beliau dapat menjangkakan masalah yang mungkin timbul ekoran daripada penyorongan perkakas subpermukaan ke dalam lubang, terutama apabila melengkapkan dua rentetan tetiub berdiameter $3\frac{1}{2}$ inci secara bersebelahan di dalam lubang selongsong pengeluaran berdiameter $9\frac{5}{8}$ inci. Sebagai contoh, berdasarkan *Jadual Tetiub API* (Lampiran 1), bagi tetiub pengeluaran $3\frac{1}{2}$ inci (9.3 lb/kaki dan gred N-80), jika sambungan jenis EUE terbalik digunakan, diameter luar gandingan tetiub piawai ialah 4.5 inci. Ini bererti, apabila dua tetiub $3\frac{1}{2}$ inci dipasang secara bersebelahan, total diameter luar gandingan terbabit menjadi 9.0 inci. Walau bagaimanapun, berdasarkan *Jadual Selongsong* (Lampiran 2), diameter dalam selongsong pengeluaran $9\frac{5}{8}$ inci (40 lb/kaki) ialah 8.835 inci. Berdasarkan maklumat di atas, total diameter luar gandingan tetiub didapati lebih besar daripada diameter dalam selongsong pengeluaran. Ini bererti, kedua-dua gandingan tetiub tidak boleh disorong masuk ke dalam telaga secara bersebelahan. Oleh itu, bagaimanakah untuk mengatasi masalah ini jika arahan telaga mesti disempurnakan sebagai pelengkapan duaan? Perkara ini adalah antara masalah yang kerap timbul ketika operasi pelengkapan telaga, dan masalah ini memerlukan penyelesaian secara spontan.

Program ini juga menunjukkan bila penebukan akan dilakukan.⁽¹²⁾ Adakah penebukan dilakukan sebelum atau selepas penyorongan rentetan tetiub? Sekiranya penebukan dilakukan sebelum telaga dilengkapkan, jurutera pelengkapan haruslah berhati-hati ketika menyorong perkakasnya ke dalam lubang telaga terutama penyendat pengeluaran kerana terdapatnya sumbing besi di sekeliling tebusan pada selongsong pengeluaran, yang boleh merosakkan unsur pengedap yang terdapat pada penyendat pengeluaran terbabit. Kerosakan unsur

pengedap menyebabkan berlakunya kebocoran penyendat. Sekiranya berlaku kebocoran, rentetan tetiub dan penyendat pengeluaran perlu ditarik keluar dari lubang telaga untuk menggantikan penyendat yang telah rosak.

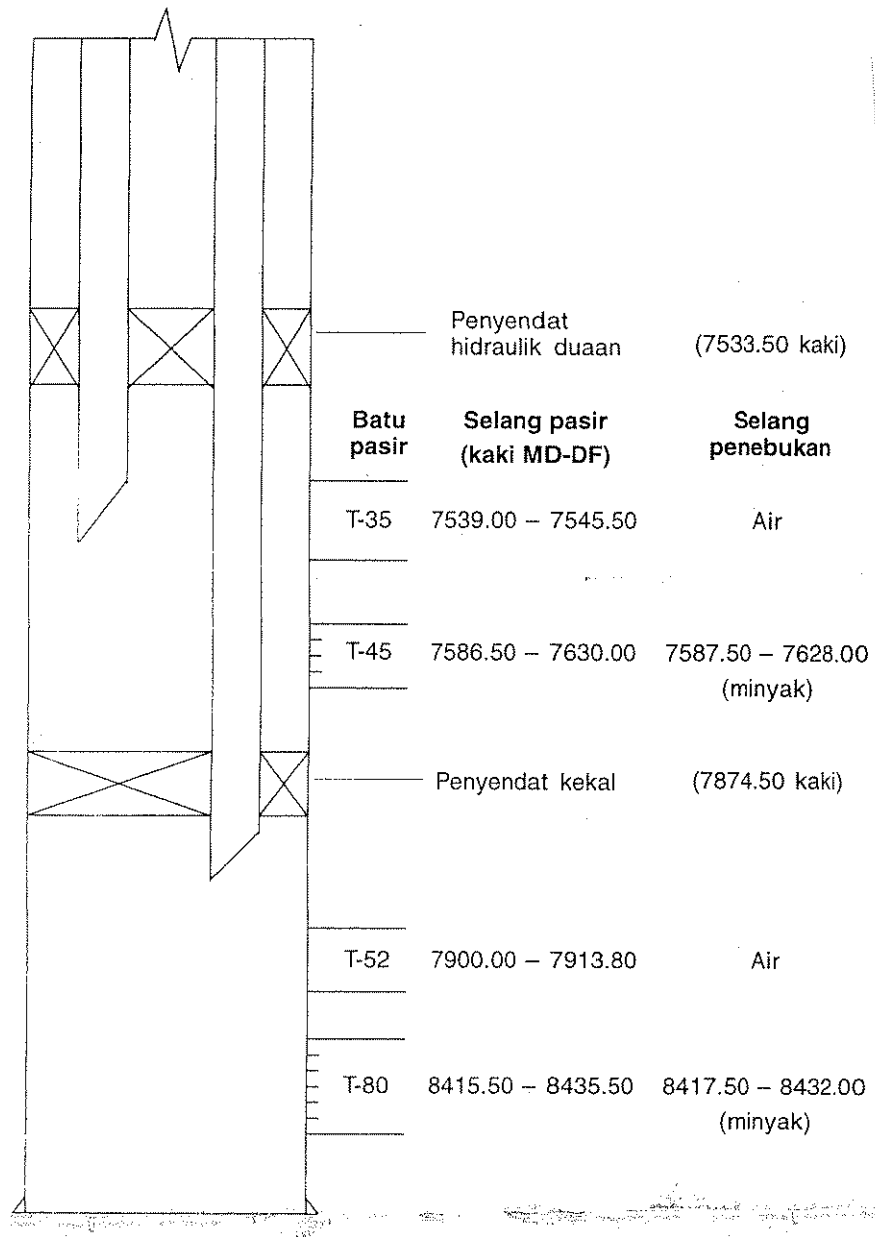
**PROGRAM PENGGERUDIAN TELAGA PEMBANGUNAN
LUMAYAN A-1**

- Kelincir rig.
- Gerudi lubang pengalir 24 inci.
- Sorong, set, dan simen selongsong pengalir $18\frac{5}{8}$ inci.
- Gerudi lubang permukaan $17\frac{1}{2}$ inci.
- Sorong, set, dan simen selongsong permukaan $13\frac{3}{8}$ inci.
- Gerudi lubang pengeluaran $12\frac{1}{4}$ inci.
- Log lubang pengeluaran.
- Sorong, set, dan simen selongsong pengeluaran $9\frac{5}{8}$ inci.
- Sorong pengelogan lubang berselongsong.
- Sorong pasangan pelengkapan.
 - Sorong tetiub pengeluaran $3\frac{1}{2}$.
 - Tebuk telaga.
 - Alirkan telaga.

Rajah 1.1 Contoh program penggerudian bagi sebuah telaga pengeluaran

Skema Pelengkapan Telaga

Setelah mendapat kelulusan daripada pihak atasan, jurutera penggerudian pun menghantar *Skema pelengkapan telaga* (Rajah 1.2) bagi telaga yang bakal dilengkapkan, dalam perkara ini telaga Lumayan A-1, kepada penyelia penggerudian. Penyelia penggerudian kemudiannya memanjangkan satu salinan kepada jurutera pelengkapan. Dengan adanya skema ini, jurutera pelengkapan memperoleh idea yang lebih jelas tentang jenis pelengkapan telaga yang perlu dilakukan dan zon pengeluaran yang bakal ditebuk. Maklumat ini biasanya perlu dicera



Rajah 1.2 Skema pelengkapan telaga Lumayan A-1

secara serentak bersama maklumat lain yang diterima sebelum ini, terutama maklumat dalam *Arahan sasaran pengeluaran dan penebukan* (Rajah 1.3). Jurutera pelengkapan perlu memastikan bahawa zon tertebuk serta ketebalannya sama seperti dalam arahan sasaran tersebut. Beberapa bentuk zon tertebuk yang lain dan ketebalan masing-masing diberikan dalam Lampiran 3.

Sebagai contoh, dalam arahan ini, zon yang ditebuk adalah yang berlabel T-45 dan T-80 (disebut juga sebagai pasir T-45 dan pasir T-80), dengan kedua-dua zon ini mengandungi minyak. Zon T-35 dan zon T-52 pula tidak ditebuk kerana mengandungi air. Kesahihan maklumat ini boleh disahkan dengan meneliti maklumat dalam *Arahan sasaran pengeluaran dan penebukan*. Dalam perkara ini, jenis pasir yang ditebuk dan ketebalan masing-masing didapati sama dalam kedua-dua arahan yang telah diberikan. Oleh itu, jurutera pelengkapan perlu berhati-hati dan peka apabila meneliti keempat-empat arahan yang diterima, mungkin disertai dengan memo penting yang lain.

Bagi telaga yang menggunakan lebih daripada dua buah penyendat, jurutera pelengkapan mestilah mengenal pasti kedalaman zon tertebuk yang terletak di antara penyendat pengeluaran, dan zon tertebuk yang berada di bawah penyendat terbawah. Bagi zon yang terletak di sebelah bawah penyendat terbawah, jurutera pelengkapan mesti memastikan bahawa hujung rentetan tetiub dipasang di kedalaman yang tidak melintasi zon terbabit. Semasa merangka kedudukan perkakas subpermukaan pada rentetan tetiub, bahagian rentetan tetiub yang bakal terletak setentang dengan zon pengeluaran tertebuk yang berada di kedalaman di antara dua buah penyendat, perlu dilengkapi dengan sendi bagas.⁽³⁾ Penjelasan tentang keperluan sendi bagas diberikan dalam bahagian seterusnya.

Arahan Sasaran Pengeluaran dan Penebukan

Rajah 1.3 menunjukkan contoh tentang *Arahan sasaran pengeluaran dan penebukan* bagi telaga Lumayan A-1. Arahan ini biasanya dikeluarkan oleh jurutera reservoir, setelah mendapat kerjasama daripada jabatan geologi. Kelulusan pihak atasan masih diperlukan sebelum dihantar kepada penyelia penggerudian.

ARAHAN SASARAN PENGELUARAN DAN PENEBUKAN

1 March 2001

KEPADA: *Penyelia Penggerudian.*

PERKARA: *Penggerudian Pembangunan, Penebukan, dan Arahkan Sasaran Pengeluaran.*

MEDAN: *Lumayan.*

TELAGA: *Lumayan-A1.*

JENIS PELENGKAPAN: *Pengeluar Minyak Dwaan.*

Selang Penebukan

(Semua kedalaman dalam kaki)

Pasir	Selang (dalam kaki MD-DF)
(1) T-45	7587.50 – 7628.00
(2) T-80	8417.50 – 8432.00

Log rujukan dan tarikh larian DLL-MSFL-GR bertarikh 25 Februari 2001

Nota: (1) Tebuk batu pasir T-45 @ 8 SPF

(2) Tebuk batu pasir T-80 @ 6 SPF

Sasaran pengeluaran minyak asalan:

Rentetan panjang 900 tong/hari. Rentetan pendek 900 tong/hari.

Komen: (1) Hasilkan kedua-dua rentetan sehingga notis selanjutnya dikeluarkan.

(2) Lakukan ujian pengeluaran 4-titik pada kedua-dua rentetan selepas aliran stabil.

Disediakan

Jurutera Reservoir:

Tarikh:

Ahli Geologi:

Tarikh:

Disahkan/Diluluskan

Penyelia Kerja Reservoir:

Tarikh:

Penyelia Geologi:

Tarikh:

Pengurus Bahagian:

Tarikh:

Rajah 1.3 Contoh arahan sasaran pengeluaran dan penebukan

Sebenarnya, arahan ini ditujukan kepada jurutera syarikat penebukan kerana mereka perlu mengenal pasti zon yang perlu ditebuk, ketebalan zon terbabit, dan ketumpatan penebukan yang diperlukan.⁽¹²⁾

Walau bagaimanapun, arahan ini tidak kurang pentingnya kepada jurutera pelengkapan untuk mengetahui zon yang akan ditebuk. Maklumat ini biasanya akan dicerap secara serentak bersama *Skema pelengkapan telaga* yang dibekalkan bagi menentukan kedudukan zon yang akan ditebuk berbanding kedalaman pengesetan penyendat pengeluaran yang bakal dilakukan.

Sekiranya penyendat pengeluaran perlu dipasang di bawah zon pengeluaran yang telah ditebuk, jurutera pelengkapan perlulah memberitahu jurugerudi supaya berhati-hati ketika menyorong masuk penyendat ke kedalaman pengesetan kerana sumbing besi sekitar tebukan pada selongsong pengeluaran mungkin boleh merosakkan unsur pengedap penyendat terbabit. Pendek kata, jurutera pelengkapan perlu sentiasa berada di lantai rig supaya dapat memastikan penyorongan rentetan tetiub bersama penyendat pengeluaran dilakukan mengikut perancangan.

Sekiranya sesebuah zon pengeluaran tertebuk terletak di antara dua buah penyendat, maka sendi bagas perlulah dipasang pada rentetan tetiub merentasi zon pengeluaran terbabit. Tujuannya adalah untuk menghambat hakisan yang dihasilkan oleh pancutan minyak dan gas daripada zon pengeluaran. Kesan hakisan menjadi semakin ketara jika partikel halus seperti pasir terpancut bersama. Apabila sendi bagas perlu dipasang, maklumat lain yang diperlukan oleh jurutera pelengkapan ialah ketebalan zon yang tertebuk. Nilai ini diperolehi dengan mendapatkan perbezaan antara kedalaman sempadan atas zon terbabit dengan kedalaman sempadan bawah zon yang sama. Untuk memberikan perlindungan maksimum kepada rentetan tetiub, bahagian atas dan bawah rentetan sendi bagas perlu dilajakkan sebanyak 5-10 kaki masing-masing di atas tebukan teratas dan di bawah tebukan terbawah.⁽³⁾ Bilangan sendi bagas yang diperlukan bagi sebuah zon tertebuk yang terletak di antara dua buah penyendat pengeluaran ditunjukkan dalam Contoh 1.1.

Contoh 1.1

Berdasarkan Rajah 1.2, zon tertebuk ialah pasir T-45. Kira bilangan sendi bagas yang diperlukan?

Penyelesaian

Ketebalan zon tertebuk ialah 40.50 kaki, iaitu perbezaan antara kedalaman 7628.00 kaki dengan 7587.50 kaki.

Untuk memberikan perlindungan maksimum kepada rentetan tetiub, tambahkan 5.00 kaki panjang sendi bagas masing-masing di atas dan di bawah sempadan zon tertebuk. Katalah panjang sendi bagas yang ada di lokasi ialah 20.00 kaki.

$$\begin{aligned}\text{Bilangan sendi bagas yang diperlukan} &= (40.50 \text{ kaki} + 5.00 \text{ kaki} + 5.00 \text{ kaki}) / 20.00 \text{ kaki} \\ &= 3 \text{ batang (dibulatkan)}.\end{aligned}$$

Ini bererti, bilangan sendi bagas yang diperlukan ialah tiga batang.

Kedalaman Pemasangan Perkakas Subpermukaan Utama

Rajah 1.4 menunjukkan arahan tentang Kedalaman pemasangan *mandrel angkat gas berpoket sisi dan penyendat pengeluaran* bagi telaga Lumayan A-1. Jurutera penggerudian bertanggungjawab untuk menghasilkan maklumat yang terdapat dalam arahan tersebut, setelah mendapat kerjasama daripada jurutera reservoir. Jurutera terbabit hanya akan memberikan satu salinan arahan ini kepada penyelia penggerudian setelah mendapat kelulusan daripada pihak tertentu di ibu pejabat, misalnya penyelia kejuruteraan kerja semula dan penyelia kumpulan reservoir.

Apabila memperoleh salinan maklumat tersebut, jurutera pelengkapan terlebih dahulu akan melihat jenis pelengkapan telaga yang perlu dilakukan. Dalam perkara ini, telaga Lumayan A-1 telah dirancang sebagai sebuah telaga pengeluaran minyak, dan perlu dilengkapi dengan menggunakan dua rentetan tetiub. Dengan perkataan lain, beliau perlu melengkapkan satu pelengkapan duaan.

**KEDALAMAN PEMASANGAN MANDREL ANGKAT GAS
BERPOKET SISI DAN PENYENDAT PENGELUARAN**

2 March 2001

KEPADA: *Penyelia Penggerudian.*

PERKARA: *Penggerudian Pembangunan Malaysia Oil Bhd., Pengesetan
Penyendat, dan Kedalaman Angkat Gas.*

MEDAN: *Lumayan.*

TELAGA: *Lumayan A-1.*

JENIS PELENGKAPAN: *Pengeluar Minyak Duaan.*

**Kedalaman Pengesetan Penyendat Diambil daripada
DLL-MSFL-GR**

(Semua kedalaman dalam kaki)

	Kedalaman pengesetan MD-FT atas	Had terima MD-FT bawah	Had terima MD-FT
Penyendat atas	7533.50	3.28	3.28
Penyendat bawah	7874.50	3.28	3.28

**Kedalaman Mandrel Angkat Gas (Datum yang Digunakan
MD-M)**

RENTETAN PANJANG		RENTETAN PENDEK	
MD-FT	TVD-FT	MD-FT	TVD-FT
7513.50	5545.00	2470.50	2001.50
7825.00*	5971.50	4167.00	3068.00
		5217.00	3625.50
		7480.50	5512.00

Kedalaman total 8695.00 kaki MD. Kedalaman bersih habis minimum yang dicadangkan ialah 8531.00 kaki MD. Jangan gerudi habis relang apungan.

Arahan lain: (1) Pasang paip ekor pada hujung rentetan pendek sehingga 7710.50 kaki MD.

(2) Pasang sendi bagas (pada rentetan panjang) merentasi pasir T-35 dan T-45.

(3)* Pasang sarung gelangsar. Bukannya mandrel poket sisi.

Disediakan

Jurutera Penggerudian:

Tarikh:

Jurutera Reservoir:

Tarikh:

Disahkan/Diluluskan

Penyelia Kerja Semula:

Tarikh:

Penyelia Kumpulan Reservoir:

Tarikh:

Rajah 1.4 Contoh arahan pemasangan perkakas subpermukaan utama

Oleh sebab telaga akan dilengkapkan secara dua-an, maka dua buah penyendat pengeluaran perlu dipasang di dalam telaga terbabit. Penyendat pengeluaran jenis kekal biasanya dipasang sebagai penyendat bawah, dengan penyendat dua-an jenis hidraulik digunakan sebagai penyendat atas. Pemahaman jurutera pelengkapan tentang jenis pelengkapan yang perlu disempurnakan dimantapkan lagi dengan adanya *Skema pelengkapan telaga* (Rajah 1.2). Pendek kata, semua maklumat yang terdapat dalam keempat-empat arahan mesti diteliti secara serentak dan dikaitkan di antara satu dengan yang lain bagi mengesah kesahihan setiap maklumat yang diterima. Jika terdapat sebarang percanggahan, jurutera pelengkapan hendaklah segera memaklumkan kepada penyelia penggerudian, supaya tindakan susulan boleh diambil.

Kedalaman pengesetan setiap penyendat juga diberikan dalam salinan maklumat berkaitan. Dalam perkara berkaitan, MD-FT ialah singkatan bagi '*Measured Depth-Feet*' yang bermaksud kedalaman terukur dengan unitnya dalam kaki. Ini bererti, penyendat atas perlu dipasang di kedalaman terukur 7533.50 kaki di bawah lantai rig, manakala penyendat bawah di kedalaman terukur 7874.50 kaki. Had terima atas dan had terima bawah bagi setiap penyendat tidak melebihi 3.28 kaki, iaitu kedalaman pengesetan setiap penyendat tidak boleh melebihi 3.28 kaki ke bawah dari kedalaman yang telah ditetapkan. Kedalaman pengesetan juga tidak boleh kurang 3.28 kaki dari kedalaman yang diberikan. Sebagai contoh, julat kedalaman pengesetan penyendat atas adalah antara 7530.22 kaki dengan 7536.78 kaki, manakala untuk penyendat bawah adalah antara 7871.22 kaki dengan 7877.78 kaki.

Kedalaman pengesetan penyendat pengeluaran bawah dan atas juga memberi idea kepada jurutera pelengkapan tentang bilangan tetiub pengeluaran yang perlu digunakan untuk melengkapkan telaga terbabit. Anggaran bilangan tetiub yang diperlukan berdasarkan maklumat dalam Rajah 1.4, diberikan dalam Contoh 1.2.

Maklumat juga menunjukkan bahawa mandrel angkat gas⁽¹³⁾ perlu dipasang pada kedua-dua rentetan tetiub, dengan kedalaman pemasangan masing-masing dinyatakan dalam bentuk kedalaman tegak sebenar (TVD-FT ialah singkatan bagi '*True Vertical Depth-Feet*') dan

Contoh 1.2

Berdasarkan Rajah 1.4, kedalaman pengesetan penyendat pengeluaran atas ialah 7533.50 kaki dan kedalaman pengesetan penyendat bawah ialah 7874.50 kaki. Kira jumlah tetiub yang diperlukan?

Penyelesaian

Oleh sebab telaga ini jenis pelengkapan duaan dan dengan mengambil 30.00 kaki sebagai panjang sebatang tetiub pengeluaran, maka jumlah tetiub pengeluaran yang diperlukan adalah seperti berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah tetiub} &= (7533.50 \text{ kaki} + 7874.50 \text{ kaki}) / 30.00 \text{ kaki} \\ &= 514 \text{ batang.}\end{aligned}$$

Dengan mengambil kira tambahan 10% tetiub sokongan sebagai persediaan menghadapi sebarang kemungkinan seperti tetiub terkemek dan lain-lain, maka jumlah sebenar tetiub pengeluaran yang perlu dihantar ke lokasi ialah $514 \text{ batang} \times 1.1$ atau 566 batang.

kedalaman terukur. Kedua-dua kedalaman pemasangan ini diberikan dalam unit kaki. Dalam perkara ini, jurutera pelengkapan biasanya memberikan perhatian terhadap kedalaman terukur sahaja. Berdasarkan arahan dalam Rajah 1.4, hanya empat buah mandrel angkat gas berpocket sisi yang perlu dipasang pada rentetan pendek dengan kedalaman pemasangan terukur masing-masing ialah 2470.50 kaki, 4167.00 kaki, 5217.00 kaki, dan 7480.50 kaki. Secara umum, pemasangan setiap mandrel hendaklah dilakukan di kedalaman yang telah ditetapkan dalam arahan tersebut, dengan bahagian mandrel angkat gas berpocket sisi yang menjadi titik rujukan ialah lubang komunikasi yang terdapat pada jasadnya.

Pada rentetan panjang, hanya sebuah mandrel angkat gas yang perlu dipasang iaitu di kedalaman terukur 7513.50 kaki. Di kedalaman pemasangan 7825.00 kaki, terdapat suatu tanda asterik yang bermaksud jurutera pelengkapan dikehendaki memasang sarung gelang sarung, bukannya mandrel angkat gas berpocket sisi. Maklumat tambahan seperti ini biasanya diberikan di bawah perkara *Arahan lain* atau *Arahan tam-*

bahan. Jurutera pelengkapan perlu peka dengan arahan demikian. Secara umum, jika kedalaman pemasangan setiap mandrel angkat gas tidak dapat dilakukan dengan tepat seperti dalam arahan, maka lencongan jarak yang berlaku janganlah melebihi toleransi yang diberikan oleh jurutera penggerudian, iaitu had terima atas dan had terima bawah. Jika tidak, fenomenon ini akan menjejaskan prestasi angkat gas.

Arahan lain yang diberikan serta perlu dipatuhi oleh jurutera pelengkapan ialah pemasangan sendi bagas merentasi pasir T-45. Biasanya kedalaman zon ini dan ketebalan yang tertebuk diberikan dalam *Arahan sasaran pengeluaran dan penebukan* dan *Skema pelengkapan telaga*. Berdasarkan ketebalan zon, jurutera pelengkapan dapat menghitung jumlah batang sendi bagas yang perlu dipasang merentasi zon tertebuk. Perlu diingat, sendi bagas hanya dipasang merentasi zon pengeluaran tertebuk yang terletak di antara dua buah penyendat pengeluaran. Sepatutnya rentetan tetiub yang setentang dengan pasir T-35 tidak perlu dilengkapkan dengan sendi bagas kerana zon tersebut tidak ditebuk dan juga merupakan sebuah zon air. Walau bagaimanapun, *Arahan sasaran pengeluaran dan penebukan* mahukan rentetan tetiub yang setentang dengan pasir T-35 dan pasir T-45 dilengkapkan dengan sendi bagas. Dalam perkara ini, jurutera pelengkapan mempunyai dua pilihan, iaitu boleh terus memasang sendi bagas seperti yang diarahkan, atau berbincang dengan penyelia penggerudian tentang cadangannya untuk dipanjangkan kepada jurutera penggerudian di ibu pejabat. Sendi bagas tidak perlu dipasang setentang dengan pasir T-80 kerana hujung rentetan tetiub lazimnya dipasang tidak melampaui zon pengeluaran tertebuk.

Selain itu, jurutera pelengkapan juga diminta memasang paip ekor pada hujung rentetan pendek sehingga mencapai kedalaman terukur 7710.50 kaki. Dengan perkataan lain, enam batang tetiub pengeluaran perlu disambungkan kepada sambungan sekunder penyendat hidraulik duaan (untuk rentetan pendek) yang bertindak sebagai penyendat atas. Bilangan enam batang tetiub ini diperolehi berdasarkan pengiraan dalam Contoh 1.3.

Satu lagi maklumat penting yang diperlukan oleh jurutera pelengkapan ialah ketinggian sesendal kelly berputar⁽¹⁴⁾ atau RKB (*Rotary*

Contoh 1.3

Diberikan kedalaman pengesetan penyendat atas ialah 7533.50 kaki. Kedalaman pemasangan paip ekor yang dicadangkan ialah 7710.50 kaki. Kira bilangan paip ekor yang diperlukan?

Penyelesaian

Ambil panjang purata tetiub pengeluaran sebagai 30.00 kaki. Jarak dari bahagian tengah unsur pengedap penyendat ke hujung sambungan sekunder ialah 4.13 kaki. Dengan itu, kedalaman terukur 7533.50 kaki ditambah dengan 4.13 kaki, akan menghasilkan kedalaman terukur baru, iaitu 7537.63 kaki.

Seterusnya, panjang paip ekor yang diperlukan ialah 7710.50 kaki – 7537.63 kaki = 172.87 kaki atau bersamaan dengan enam batang rentetan tetiub (diperoleh daripada 172.87 kaki dibahagi dengan 30.00 kaki. Seterusnya, angka 5.76 dibulatkan menjadi enam batang).

Kelly Bushing) ke bahagian B yang berada di dalam kepala tetiub. Penggantungan tetiub yang disambungkan kepada pangkal rentetan tetiub akan diturunkan secara perlahan-lahan ke dalam lubang telaga sehingga tersangkut di bahagian B. Selepas itu, barulah pokok krismas dipasang di atas kepala tetiub terbabit. Maklumat ini biasanya tidak tercatat dalam keempat-empat salinan yang dikemukakan. Oleh itu, jurutera pelengkapan boleh mendapatkannya daripada penyelia pengerudian atau jurugerudi. Dalam pelengkapan telaga, puncak RKB diambil sebagai kedalaman sifar atau pengiraan kedalaman bermula. Selepas rig ditanggalkan, ketinggian ini masih perlu diambil kira sekiranya aktiviti yang dilakukan terlibat dengan kedalaman telaga terutama operasi talian dawai.⁽⁴⁾ Ketinggian ini masih sesuai digunakan sebagai rujukan sepanjang hayat pengeluaran telaga terbabit kecuali setelah rentetan tetiubnya ditarik keluar dari lubang telaga atas sebab tertentu, misalnya melakukan kerja semula.

Persediaan awal menuntut bukan sahaja jurutera pelengkapan, malah setiap individu yang terlibat dalam operasi pelengkapan telaga supaya membuat perancangan yang rapi agar operasi pelengkapan telaga dapat berjalan dengan lancar. Selain berbekalkan pengetahuan

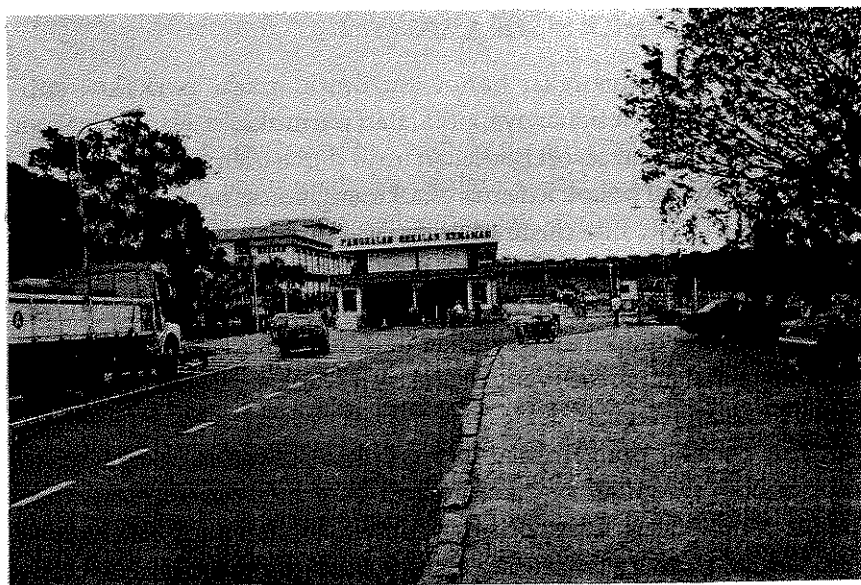
dan pengalaman, setiap individu terutama jurutera pelengkapan mesti memahami setiap arahan yang diberi baik secara lisan mahupun secara bertulis. Semua arahan ini diberikan demi memastikan setiap fasa operasi dapat dilaksanakan dengan sempurna.

Jurutera pelengkapan mestilah terus berkomunikasi dengan penyelia penggerudian walaupun pada saat-saat akhir sebelum bermulanya operasi pelengkapan telaga. Tindakan ini dilakukan untuk memastikan sekiranya terdapat sebarang arahan terkini daripada jurutera penggerudian atau jurutera reservoir, maka tindakan susulan yang terancang boleh diambil dengan segera. Perubahan strategi operasi sedemikian terutama dalam operasi pelengkapan telaga bukanlah suatu perkara yang janggal dalam industri huluan petroleum. Sebagai contoh, berdasarkan pengalaman penulis ketika melengkapkan salah sebuah telaga di luar pesisir Terengganu pada 1980-an, pelengkapan duaan yang pada asalnya hanya memerlukan dua buah penyendat, akhirnya telah dilengkapkan dengan menggunakan tiga buah penyendat berdasarkan arahan terkini daripada ibu pejabat, iaitu sebuah penyendat kekal dan dua buah penyendat hidraulik duaan, berbanding perancangan asal yang melibatkan penggunaan sebuah penyendat kekal dan sebuah penyendat hidraulik duaan.

Perubahan strategi sedemikian memerlukan tindakan susulan yang segera termasuk mendapatkan perkakas subpermukaan tambahan seperti penyendat hidraulik duaan, sendi bagas, puting mendarat, sendi swivel teleskop dan lain-lain. Jurutera pelengkapan biasanya akan cuba mendapatkan semua perkakas subpermukaan yang diperlukan dari lokasi atau pelantar luar pesisir yang berdekatan terlebih dahulu kerana penghantaran perkakas subpermukaan dengan menggunakan bot pembekal dari Pangkalan Bekalan Kemaman Sdn. Bhd. (PBK) ke pelantar luar pesisir memakan masa yang lama.

PBK, anak syarikat Eastern Pacific Industrial Corporation Berhad (EPIC), ialah sebuah pangkalan bekalan petroleum yang bersepadu. Pangkalan ini yang terletak di Kemaman, Terengganu, menyediakan perkhidmatan sokongan kepada aktiviti gas dan petroleum luar pesisir. Antara aktiviti utamanya ialah menyediakan kemudahan pelabuhan dan pengendalian kargo, ruang pejabat, gudang, dan ruang simpan terbuka kepada kontraktor perkongsian pengeluaran, pembekal, dan

penyedia perkhidmatan yang lain. Semua perkakas yang hendak dihantar ke pelantar minyak luar pesisir, akan dihantar dari pelabuhannya. Kawasan PBK terikat dan dikenakan kawalan keselamatan 24 jam. Semua barang yang keluar atau masuk dari atau ke PBK mesti melalui pusat kawalan kastam. Rajah 1.5 menunjukkan pintu masuk utama PBK yang sentiasa dikawal ketat.



Rajah 1.5 Pangkalan Bekalan Kemaman (Ihsan Pangkalan Bekalan Kemaman Sdn. Bhd.)

Keadaan kerja di lokasi membuktikan bahawa jurutera pelengkapan mestilah terdiri daripada individu yang bukan sahaja mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang luas, tetapi juga tabah menghadapi suasana kerja yang mencabar dan masa kerja yang panjang, tenang apabila berhadapan dengan masalah atau perubahan strategi operasi secara tiba-tiba, cekap dan kreatif dalam menyelesaikan sebarang masalah yang timbul, serta mudah bergaul dengan semua pihak terutama penyelia penggerudian dan penyelia pelantar.

Secara umum, kejayaan sesuatu operasi pelengkapan telaga bukannya terletak di bahu jurutera pelengkapan seorang. Pencapaian

operasi merupakan hasil kerja semua pihak yang terlibat dalam operasi pelengkapan telaga yang berkaitan, baik mereka yang bertugas di lokasi mahupun di ibu pejabat. Persefahaman dan kerjasama yang erat amat dituntut supaya bukan sahaja dapat memelihara keselamatan di tempat kerja, malah akan dapat menghasilkan pelengkapan telaga seperti yang dirancang.

PERALATAN PERMUKAAN

Setakat ini, perbincangan hanya tertumpu pada perkakas sub-permukaan telaga. Sebenarnya, peralatan permukaan telaga misalnya pokok krismas dan aksesori berkaitan turut dibeli oleh syarikat minyak. Syarikat pembekal pokok krismas akan menghantar peralatan tersebut ke lokasi dari PBK bila diminta berbuat demikian. Juruternya juga diminta bersiap sedia menunggu arahan daripada penyelia pengerudian untuk pergi ke lokasi. Pendek kata, proses pembekalan dan persediaan yang dilalui oleh syarikat pembekal peralatan permukaan telaga sama dengan proses yang dilalui oleh syarikat pembekal perkakas subpermukaan telaga.

Jika berlaku pengambilalihan syarikat pembekal secara besar-besaran oleh sesebuah syarikat gergasi bagi menyepadukan semua operasi pembekalan, tetapi proses pembekalan dan persediaan masih tetap sama. Eleman terpenting di sini ialah semua perkakas yang dipesan mesti dapat dibekalkan pada masa yang ditentukan. Tindakan ini bukan sahaja menjaga nama baik syarikat terbabit, malah operasi pelengkapan telaga dapat dilaksanakan mengikut perancangan.